

*Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.*

УДК 621.7.043

В.В. Сироватко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ФОРМОУТВОРЕННЯ КОНІЧНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

V.V. Syrovatko

DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION SCHEMES FOR MAKING CONICAL SCREW BLANKS

Особливість процесу формоутворення конструктивних параметрів гвинтових заготовок конічної форми, в порівнянні з циліндричними, полягає в тому, що ширина (висота) січення B смугової заготовки трапецевидної або конічної форми, є величиною змінною і в загальному випадку задається формулою:

$$B = B_0 + \frac{\Delta B}{L} l, \quad (1)$$

де B_0 – початкова ширина заготовки; L – довжина заготовки; l – поточне значення довжини; $\Delta B = B_1 - B_0$ – приріст ширини смугової заготовки на довжині L .

При цьому енергосилові параметри процесу формоутворення теж будуть змінюватися: від мінімального значення на вужчому кінці смугової заготовки до максимального – на протилежному. Для згинного моменту достатньо визначити його найбільше значення, а для згинної сили необхідно встановити закономірність її зміни в залежності від ширини заготовки.

При дослідженні процесу навивання смугової заготовки трапецевидної форми на оправку, методом згину її на ребро, напружено-деформований стан в першому наближенні можна розглядати як плоско напружений (рис. 1).

При постійності деформованого об'єму, тобто, використавши, умову нестискування, закон зміни ширини поперечного січення, по всій довжині заготовки, описується залежністю

$$h = H_0 \sqrt{\rho_0 / \rho}. \quad (2)$$

Для гвинтових заготовок конічної форми, радіус нейтрального шару ρ_0 в процесі навивання буде змінюватися в залежності від ширини заготовки. В загальному випадку значення ρ_0 , можна записати у вигляді

$$\rho_0 = \frac{4\beta_y^2 \rho_\epsilon^2}{B} \frac{\sqrt{\psi}-1}{\sqrt{\psi}+1} \quad (3)$$

Умова рівноваги для плоского напруженого стану має вигляд

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{\rho\theta}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\theta}{\rho} + \frac{\sigma_\rho}{h_\rho} \frac{\partial h_\rho}{\partial \rho} &= 0; \\ \frac{\partial \tau_{\rho\theta}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{2\tau_{\rho\theta}}{\rho} + \frac{\tau_{\rho\theta}}{h_\rho} \frac{\partial h_\rho}{\partial \rho} &= 0, \end{aligned} \quad (4)$$

де σ_ρ , σ_θ , $\tau_{\rho\theta}$ відповідно радіальне, тангенціальне і дотичне напруження в полярних координатах.

Одержати замкнуте рішення рівнянь (4) разом із рівняннями пластичності, зв'язку між напруженням з деформаціями і умовою стискування по всій зоні пластичної деформації практично неможливо. Тому доцільно розглянути характер розподілу

змінного моменту, повздовжніх і дотичних сил по зоні деформації з тим, щоб визначити ділянку, де дотичні напруження зводяться до мінімуму.

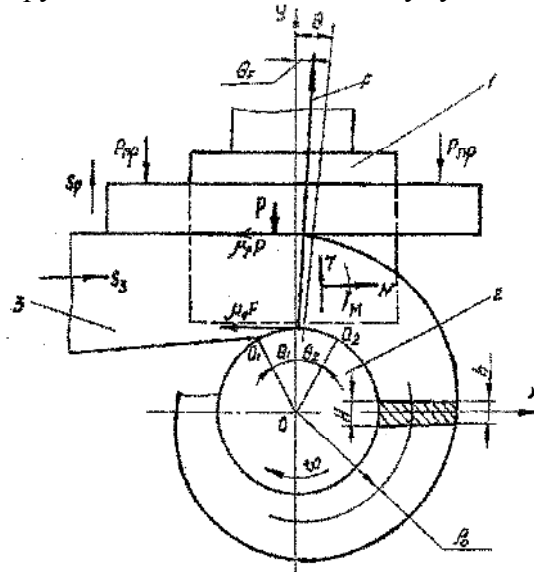


Рисунок 1. Розрахункова схема для визначення параметрів процесу навивання гвинтової заготовки конічної форми:

1 – ролик; 2 – оправка; 3 – смугова заготовка

Виділимо зону пластичної деформації, що в полярних координатах ρ, θ , де вісь $O\rho$ спрямована перпендикулярно до вектора подачі смугової заготовки, розподіляється від точки $O_1(r, \theta_1)$ до $O_2(r, \theta_2)$ в дуже вузькому діапазоні $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 5 \dots 7^\circ$.

Тому рівняння рівноваги ділянки заготовки зліва від радіального січення із точною координатою θ (у радіанах) можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned}\sum X &= -\mu_p P - \mu_0 F + F\theta_F + N + T\theta = 0; \\ \sum Y &= -F + \mu_0 F\theta_F + F - N\theta + T = 0; \\ \sum M &= Pl + \mu_p PR + \mu_0 Fr - N\rho_0 - M_3 = 0.\end{aligned}\quad (5)$$

де P – зусилля згину; l – плече прикладення сили P ; F – рівнодійна нормальних контактних напружень; θ_F – кут прикладання рівнодійної F ; μ_p – коефіцієнт тертя в місці прикладання поперечної сили; μ_0 – коефіцієнт тертя смугової заготовки на оправці; N , T , M – відповідно повздовжні й поперечні зусилля та згинний момент, які діють в січенні.

Внаслідок згину, внутрішні шари смугової заготовки в зоні пластичної деформації стискаються (скорочуються) проходить їх проковзування по оправці в напрямі, протилежному навиванню. Отже, в зоні пластичної деформації контактні напруження τ_k , прикладені до смугової заготовки, спрямовані протилежно до контактних дотичних напружень іншої частини.

Література

1. Технологічні основи формоутворення різнопрофільних гвинтових заготовок деталей машин / Б.М. Гевко, М.І. Пилипець, В.В. Васильків, Д.Л. Радик. – Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2009. – 457 с.